

EDN: GFNBSN

ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОБЗОР МЕРОПРИЯТИЯ «ADDITIVE MINDED» В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКИ «RUPLASTICA-2026»

М.Ф. Галиханов¹, Ю.М. Хантимерова^{1,2}, С.М. Хантимеров³

¹Институт прикладных исследований Академии наук Республики Татарстан,
Российская Федерация, 420111, г. Казань, ул. Лево-Булачная, д. 36а

²Отдел аддитивных технологий ООО «Казанский агрегатный завод»,
Российская Федерация, 420127, г. Казань, ул. Дементьева, д. 2в

³Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского –
обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН
Российская Федерация, 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7

Аннотация. Статья посвящена обзору Международной выставки пластмасс и резины Ruplastica-2026 и специализированного проекта Additive Minded, прошедших 27–30 января 2026 года в Москве. Выставка объединила свыше 1100 компаний из 20+ стран и 33 000 специалистов, подчеркнув тренды импортозамещения, технологического суверенитета и интеграции аддитивных технологий в промышленность. Проанализированы ключевые участники, деловая программа проекта Additive Minded с треками по экономике, материалам и цифровизации, а также инновации в программном обеспечении. Особое внимание уделено докладу Академии наук Республики Татарстан о разработке функциональных полимерных филаментов для FDM-печати: фильтрующих структур с трибоэлектризацией, полимерных электретов, водорастворимых композитов и электропроводящих материалов с углеродными нанотрубками. Предложен многостадийный подход к созданию композитов (выбор матрицы, компаундирование, экструзия, оптимизация печати). Результаты демонстрируют переход аддитивного производства от прототипирования к серийным функциональным изделиям в авиастроении, энергетике и нефтяной промышленности.

Ключевые слова: Международная выставка Ruplastica-2026, Additive Minded, аддитивные технологии, 3D-печать, полимерные композиты, функциональные филаменты, электреты, трибоэлектризация, углеродные нанотрубки, импортозамещение, FDM-печать, технологический суверенитет.

Введение

Ruplastica-2026 – ведущая международная выставка пластмасс и резины в России и СНГ, проходившая с 27 по 30 января 2026 года в МВЦ «Crocus Expo» (г. Москва, Россия), объединила экспонентов и специалистов для демонстрации инноваций в полимерной отрасли, включая аддитивное производство [1]. Ruplastica (ранее – Interplastica) проводится с начала 2000-х годов как платформа для полимерной промышленности России. К 2026 году она стала ключевым событием в сфере пластмасс и каучуков, фокусируясь на синтезе, переработке и утилизации полимеров, в том числе на 3D-печати и робототехнике. Собрав в этом году более 1100 компаний из 20+ стран и 33 000 посетителей, она проходила в формате альянса с другими мероприятиями: Urukexpo (упаковка), Recycling Solutions (рециклинг, вторичная переработка), Пресс-формы и штампы (оборудование, пресс-формы) и Additive Minded (аддитивные технологии), подчеркивая полный цикл «жизни» полимеров – от сырья до переработки и обеспечивая кросс-индустриальный обмен. Выставка позиционируется как место для бизнес-контактов, инноваций и обсуждения трендов.

Программа выставки включала конференции, семинары, воркшопы и бизнес-форумы по трендам рынка, регуляциям и инновациям в области полимеров.



Рис. 1. Логотипы Ruplastica-2026 (а) и проекта Additive Minded (б)

В последнее время особое внимание привлекают тренды и перспективы развития аддитивных технологий в промышленности [2].

Компании аддитивного производства

Выставка Ruplastica традиционно позиционируется как ключевая площадка полимерной переработки России, однако за последние годы в её экспозиционной структуре происходят тонкие, но значимые трансформации. Центральным событием для специалистов по аддитивным технологиям стала девятая по счету специализированная экспозиция и конференция Additive Minded, проходящая в рамках Ruplastica. В отличие от глобальных западных форумов, где доминируют западные производители оборудования, российская площадка сегодня фокусируется на практических решениях для отечественной промышленности. Здесь можно увидеть не абстрактные концепты, а работающие промышленные установки, печатающие функциональные детали из инженерных термопластов и металлических порошков. Особое внимание уделяется гибридным технологиям – сочетанию аддитивного наращивания материала с последующей механической обработкой на ЧПУ-станках, что особенно востребовано в машиностроении для ремонта и восстановления изношенной оснастки.

В 2026 году аудитория Additive Minded принципиально отличалась от типичной выставочной публики: согласно данным организаторов, свыше 88% посетителей – инженеры, технологи и руководители производств, принимающие решения о внедрении оборудования. Это создало уникальную среду для содержательного диалога между поставщиками решений и их будущими пользователями. На стендах можно было обсудить не маркетинговые слоганы, а реальные параметры печати, структуру филаментов и порошков, адгезию слоев и экономику производства единичной детали против традиционных методов.

Обзор списка участников позволяет выделить ключевых игроков, формирующих ландшафт промышленной 3D-печати:

Onsint: продемонстрировали свои передовые SLS и SLM системы. Это пример импортозамещения, когда отечественное оборудование не просто заменяет западные аналоги, но и предлагает сопоставимую скорость и точность печати промышленного уровня (рис. 2).

ООО «Атеко», ООО «РЭК» и RSCrossbridge: лидеры в производстве расходных материалов. Обращает на себя внимание крен в сторону конструкционных филаментов – термопластичных композитов, армированных волокнами. Это материалы для функциональных деталей, а не только для прототипов.

Фабрика братьев Просвирниных (ООО «Меритогрупп») и ООО «АП-Проект»: компании, предлагающие услуги 3D-печати как сервис. Их присутствие подчеркивает тренд на

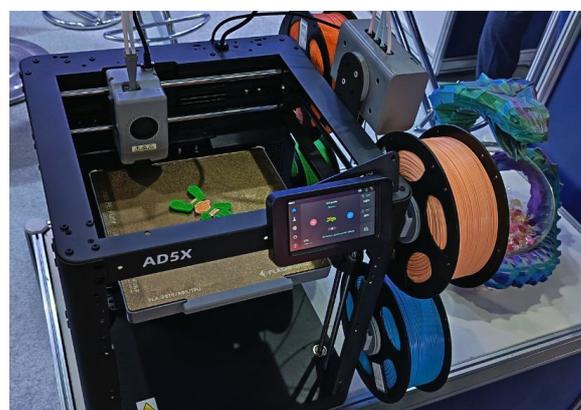
контрактное производство сложных деталей, которые невозможно или невыгодно производить литьем или механообработкой.

Suzhou Aifuer Machinery Co., Ltd.: представила современное и высокопроизводительное оборудование для выпуска полимерных филаментов.

«Полнос про инжиниринг»: компания по разработке, изготовлению и поставке оборудования и материалов для 3D-печати, имеет собственное российское производство, соответствующее высоким стандартам качества.



а



б

Рис. 2. Стенд фирмы Onsint (а), 4-цветный 3D-принтер фирмы «FlashForge» (б)

В совокупности эти компании формируют многогранную экосистему, где оборудование, материалы, программное обеспечение и человеческая экспертиза сливаются в единую производственную реальность. Выставка стала местом, где теория встретилась с практикой, а лабораторные разработки – с запросами реальных предприятий. Для специалиста, стоящего у руля внедрения аддитивных технологий на производстве, такой диалог был ценен не абстрактными прогнозами, а конкретными контактами, проверенными решениями и пониманием того, какие вызовы уже преодолены коллегами по отрасли, а какие предстоит решать совместно в ближайшие годы.

Деловая программа Additive Minded-2026

Специализированный проект Additive Minded, прошедший 27-29 января 2026 года в павильоне МВЦ «Крокус Экспо», представил собой масштабную отраслевую конференцию, посвящённую развитию аддитивных технологий в России. Программа включала три дня интенсивной работы, разделённой на тематические треки и дискуссионные панели с участием ведущих экспертов, производителей оборудования, разработчиков материалов и представителей государственных структур. Конференция отражала стремление России к технологическому суверенитету, импортозамещению и созданию полноценной экосистемы аддитивного производства. Были озвучены стратегические векторы развития отрасли

на ближайшее десятилетие. В условиях глобальных трансформаций промышленности российский сегмент аддитивных технологий продемонстрировал переход от стадии импортозависимого прототипирования к этапу технологического суверенитета и интеграции в серийные производственные циклы.



Рис. 3. Доклады деловой программы Additive Minded-2026

Программа конференции была чётко структурирована и охватила ключевые аспекты аддитивных технологий:

- трек «Стратегия суверенитета» был посвящён государственной поддержке, национальным проектам и правовым аспектам, включая охрану интеллектуальной собственности;
- специальный трек «Время первых» акцентировал внимание на отечественном оборудовании и материалах, проблемах технического регулирования;
- трек «Экономика аддитивного производства» представил анализ экономической эффективности, кейсы внедрения, расчёт окупаемости аддитивных технологий;
- трек «Технологический полигон» был посвящён обсуждению конкретных технологий: SLM, SLA, MBJ, лазерное выращивание, керамическая печать;
- трек «Предтечи умной фабрики» охватил вопросы цифровизации, автоматизации, создания производственных ферм;

- трек «Материалы следующих поколений» включал доклады по инновационным материалам (полимерам, композитам, сплавам);
- трек «Цифровое бессмертие» затрагивал проблематику реверс-инжиниринга, цифровых двойников, сквозного проектирования.

Анализ трёхдневной деловой программы выявил пять ключевых трендов, определяющих будущее отрасли.

Технологический суверенитет стал центральным месседжем: в рамках нацпроекта «Средства производства и автоматизации» Минпромторг РФ запустил меры поддержки отечественного оборудования. Дискуссии «Время первых» подтвердили достижение критической массы в разработке лазерных систем (ООО «ВПП Лазеруан», АО «Лазерные системы»), ПО и систем управления. Параллельно ФГУП «ЦАГИ», ВИАМ и Самарский университет приступили к формированию национальных стандартов материалов – необходимого условия для сертификации авиационных деталей.

Материальное разнообразие вышло за рамки титана и алюминия. ООО «Атеко» и ООО «РЭК» представили высокопрочные термопластичные композиты для автомобилестроения, ООО «Ретех» (бренд «Прокерамика») – решения для керамической печати высокотемпературных компонентов, а НОЦ аддитивного производства и НИИ Энергомашиностроения – жаропрочные сплавы для газотурбинных установок. Строительная 3D-печать перешла от экспериментов к коммерческим проектам малоэтажного домостроения.

Одним из заметных достижений российской разработки в сфере цифрового обеспечения аддитивных технологий стало программное обеспечение Reditive Compensation, созданное конструкторским бюро «РЭДИТИВ» (Пермь) под руководством Михаила Артюшкова. Продукт решает фундаментальную проблему промышленной 3D-печати – неизбежные геометрические искажения изделий, возникающие под действием термических напряжений, усадки материала и коробления в процессе послойного формирования. Вместо борьбы с деформациями на стадии постобработки разработчики предложили элегантное инженерное решение: алгоритмическая система анализирует исходную САД-модель, параметры технологического процесса и физико-химические свойства материала, после чего генерирует «предеформированную» геометрию, компенсирующую ожидаемые отклонения. В результате напечатанная деталь принимает расчётную форму с точностью, превышающей стандартные результаты вплоть до десятикратного значения. Практическая ценность решения проявляется в радикальном сокращении процента брака, минимизации циклов доработки при освоении новых изделий и снижении зависимости от финишной механической обработки – факторов, напрямую влияющих на экономическую эффективность перехода к серийному аддитивному производству.

Цифровая трансформация ускорила переход к промышленным масштабам. ИИ-решения (DigitalCraft3D, «Синтезиум», Aiprintgen) сокращают проектирование до минут, а система контроля качества Scanline Omni (ООО «3ДВижн») выявляет дефекты за 5 минут – принципиально важный шаг для серийного производства. Концепция «цифрового бессмертия» на железнодорожном транспорте (АНО «Инновационный инжиниринговый центр») формирует замкнутый цикл «сканирование – восстановление – печать» изношенных деталей.

Экономика масштаба подтверждена кейсами внедрения: ООО «НПО «Керамет» снизило себестоимость деталей МТРД на 25-40% за счёт технологий MBJ/SLM, а ООО «Меритогрупп» продемонстрировало ферму из 1000 принтеров с централизованным управлением.

Отраслевая специализация стала новой парадигмой: аддитивные технологии интегрируются в авиастроение (сертифицированные детали), энергетику (компоненты газотурбинных установок), железнодорожный транспорт (сервисные центры) и строительство.

Многофункциональные центры (AM.TECH) объединяют проектирование, печать и постобработку, обеспечивая доступ к технологиям в регионах. Отрасль завершает переход от прототипирования к полноценному элементу промышленной экосистемы (рис. 4).



Рис. 4. Доклад деловой программы Additive Minded-2026

Аддитивное производство функциональных изделий

Академия наук Республики Татарстан и Казанский научный центр Российской академии наук также продемонстрировали свои разработки, представив доклад «Управление свойствами 3D-печатных полимерных структур» (рис. 5). Содержание доклада основывалось на идее создания специализированных полимерных композиционных филаментов с уникальными свойствами, что открывает новые возможности для создания функциональных изделий. Применение системного подхода к оптимизации соотношения полимеров и химических добавок различной природы позволило обнаружить оптимальные соотношения для достижения оптимального комплекса свойств композитов применительно к различным отраслям промышленности. Это не только расширяет знания о взаимодействиях в композиционных системах, не только создает теоретическую базу для будущих исследований и разработок, нацеленных на создание высокопроизводительных функциональных материалов, но и имеет вполне осязаемую практическую значимость, возможности их масштабируемого применения в различных отраслях.

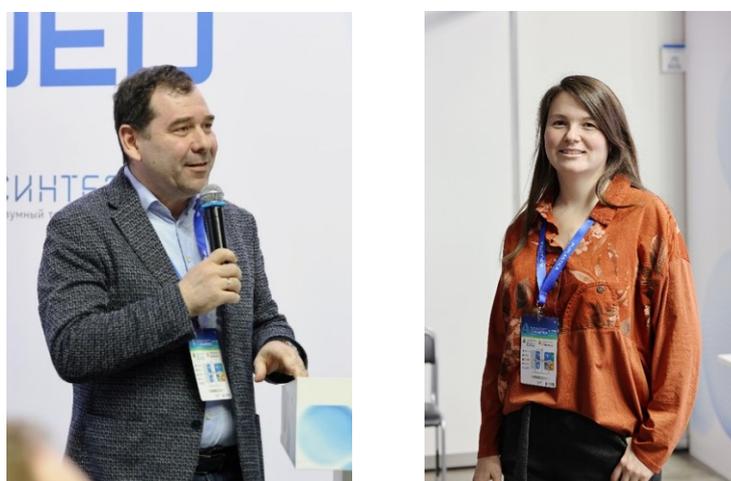


Рис. 5. Докладчики деловой программы Additive Minded-2026 от Академии наук Республики Татарстан Галиханов М.Ф. и Хантимерова Ю.М.

Так, в докладе были отражены результаты исследований по модификации полимеров, по интеграции выбранных дисперсных (в т. ч. нано-) частиц в полимерную матрицу с использованием метода компаундирования, по параметрам экструзии филаментов из полученных композитов, а также по особенностям 3D-печати полимерных электретенных изделий. Были рассматриваются подходы к созданию композиционных полимерных филаментов для аддитивного производства функциональных изделий с управляемыми эксплуатационными характеристиками и приведены примеры практических кейсов создания и применения материалов для 3D-печати и изделий на их основе.

Развитие технологий послойного наплавления (FDM) создает предпосылки для перехода от производства геометрически сложных прототипов к созданию функциональных изделий из полимеров со специальными свойствами. Однако эксплуатационная надежность и стабильность характеристик таких изделий в значительной степени определяются не только параметрами печати, но и структурой филамента как композиционного материала. Для расширения области применения аддитивных технологий требуется разработка филаментов с заранее заданной рецептурой и микроструктурой, обеспечивающих требуемые свойства. В этом контексте акцент доклада был сделан на электропроводящие композиты, биоразлагаемые и водорастворимые изделия, фильтрующие материалы сложной архитектуры и полимерные электреты для сенсорной и энергетической электроники.

Разработка функциональных филаментов предлагается в виде последовательности взаимосвязанных стадий:

1) *Выбор полимерной матрицы.* На данном этапе определяется базовый полимер (или смесь полимеров), обеспечивающий необходимый баланс перерабатываемости, механических свойств, термической стабильности и совместимости с наполнителями. Для тонкой настройки характеристик применяются физические и химические методы модификации матриц, включая пластификацию, введение реакционноспособных добавок, смешение полимеров и др. [3].

2) *Создание полимерных композитов.* Композиционные материалы формируются путем введения химических добавок, микро- и наноразмерных частиц различной природы. Для обеспечения равномерного распределения наполнителей используются методы расплавленного компаундирования, высокосдвигового смешения и другие технологии, позволяющие минимизировать агломерацию частиц и обеспечить требуемую стабильность дисперсии [4].

3) *Экструзия композиционных филаментов.* Полученные композиты перерабатываются методом экструзии в филаменты, пригодные для FDM-печати. Ключевыми параметрами являются температура и скорость экструзии, геометрическая стабильность нити и однородность распределения наполнителей по сечению филамента.

4) *Оптимизация процесса 3D-печати.* На завершающем этапе разрабатываются 3D-модели с программируемой пространственной архитектурой, а также подбираются режимы печати (температура сопла и стола, скорость печати, высота слоя, схема заполнения) для достижения целевых свойств изделий. Особое внимание уделяется архитектурным параметрам (тип и ориентация сетчатых структур, наличие полостей, градиентов состава), которые позволяют управлять эксплуатационными характеристиками будущего изделия.

В докладе были представлены 4 практических кейса по созданию специализированных композиций:

- фильтрующие структуры, использующие эффект контактной электризации (трибоэлектризации);
- полимерные электреты с воздушными полостями и дисперсными наполнителями для повышения стабильности заряда;
- водорастворимые полимерные композиты для растворимых шаров;

- электропроводящие полимерные композиты на основе модифицированных углеродных нанотрубок.

В первом кейсе были описаны энергонезависимые фильтры со сложной архитектурой. В докладе была предложена концепция 3D-печатных фильтров, использующих явление контактной (трибо-) электризации между волокнами разнородных полимеров для усиления электростатического улавливания загрязняющих частиц без внешнего источника питания. Фильтрующие элементы реализуются в виде двухкомпонентных сетчатых структур с заданной пространственной архитектурой и рецептурой материала, что позволяет сочетать механическую прочность и высокую эффективность улавливания при малом перепаде давления. Управление размером ячеек, толщиной и ориентацией нитей, а также распределением материалов с различными трибоэлектрическими свойствами создает возможность проектирования «умных» и адаптивных фильтров нового поколения [5, 6].

Второй кейс касался 3D-печати полимерных электротно-пьезоэлектрические структур (рис. 6). Полимерные материалы по-прежнему являются основой для изготовления электретов, применяемых в микрофонах, сенсорах и других устройствах электроники [7]. Успехи по 3D-печати пьезоэлектретов уже есть [8, 9]. Введение дисперсных, в том числе наноразмерных, частиц в полимерную матрицу позволяет существенно улучшить электретные свойства за счет модификации структуры энергетических ловушек инжектированных носителей зарядов. В докладе было показано, что пластинки, напечатанные из композитных филаментов с заданной рецептурой, демонстрируют повышенные электретные и пьезоэлектрические характеристики. Особое значение имеет присутствие воздушных полостей в объеме 3D-печатных пластинок, которое способствует повышению стабильности заряда электретов. Комбинация контролируемой микроструктуры (включая пористость и ориентацию слоев) и подбора состава филамента обеспечивает формирование материалов, перспективных для сенсорной и энергетической электроники, включая датчики деформаций, элементы сбора вибрационной энергии и др.



Рис. 6. Доклад «Управление свойствами 3D-печатных полимерных структур»

Третий кейс описывал водорастворимые композиты для растворимых шаров, которые применяются в нефтяной промышленности для опрессовки колонн насосно-компрессорных труб. В отличие от традиционных магниев-алюминиевых сплавов, полимерные композиции с программируемой растворимостью позволяют тонко задавать временные параметры

работы изделия. Путем варьирования рецептуры водорастворимого композита можно регулировать общее время функционирования шара – от момента начала опрессовки до полного растворения – с точностью до минут, что критически важно для технологической надежности и повторяемости операций. Пространственно оцифрованная структура, формируемая средствами аддитивного производства, обеспечивает контролируемое смачивание, диффузию и разрушение материала.

Наконец, четвертый кейс представлял направление, связанное с созданием полимерных композиционных материалов, наполненных углеродными нанотрубками (УНТ), для получения изделий с заданной электропроводностью. Основная технологическая проблема заключается в склонности нанотрубок к агломерации и присутствию примесей (остаточного углерода и частиц металлического катализатора), что затрудняет формирование равномерной проводящей сети в объеме композита. Был проведен анализ электропроводности образцов при различных концентрациях модифицированных УНТ и вариантах термохимической обработки наполнителя. Показано, что при фиксированной массовой доле УНТ изменение состава окислителя на стадии обработки нанотрубок может приводить к изменению электропроводности композита в диапазоне примерно от 1,5 до 40 раз. На основании таблицы электропроводности при концентрациях 0,125–1,0 вес, % установлено, что переход через перколяционный порог сопровождается резким ростом проводимости, причем наибольшие значения достигаются для образцов, в которых обеспечена наилучшая диспергируемость и чистота нанотрубок [10-12]. Стабильность дисперсии УНТ является ключевым фактором воспроизводимости свойств: визуальный и количественный анализ показывает, что использование оптимальных методов модификации повышает устойчивость суспензий и уменьшает склонность к седиментации и коагуляции, что напрямую отражается на однородности проводящей сети в 3D-печатаемых филаментах.

Рассмотренные кейсы демонстрируют, что управление функциональными характеристиками 3D-печатных изделий должно осуществляться не только на уровне настройки параметров печати, но и через многоуровневый дизайн композиционного филамента и пространственной архитектуры изделия. Многостадийный подход, включающий выбор матрицы, формирование композита, экструзию филамента и оптимизацию параметров FDM-печати, обеспечивает возможность тонкой настройки эксплуатационных характеристик изделий.

Заключение

Мероприятие Additive Minded-2026, прошедшее в рамках Международной выставки пластмасс и резины Ruplastica-2026, продемонстрировало зрелость российского рынка аддитивных технологий. Отрасль прошла путь от нишевого инструмента для прототипирования к полноценному элементу промышленной экосистемы. Ключевые перспективы развития аддитивных технологий включают:

- полный цикл импортозамещения вплоть до создания цепочки «материал – оборудование – программное обеспечение – сервис»;
- массовое внедрение в серийное производство;
- слияние аддитивных технологий с ИИ, цифровыми двойниками и системами автоматизированного проектирования;
- формирование национальной системы стандартов, позволяющей сертифицировать аддитивные детали для различных отраслей промышленности.

Успешная реализация этих векторов потребует синергии усилий государства, научного сообщества и бизнеса. Как показало мероприятие Additive Minded, такая кооперация уже запущена и её результаты в ближайшие годы определят место России в глобальной экосистеме аддитивного производства.

На примере энергонезависимых фильтров, водорастворимых шаров для нефтяной промышленности, полимерных электретов и композитов с углеродными нанотрубками учеными Татарстана продемонстрированы возможности аддитивных технологий в создании материалов с заданными электрофизическими свойствами и программируемой пространственной архитектурой. Полученные результаты создают основу для дальнейшего развития сенсорных, энергетических и фильтрационных систем нового поколения.

Благодарность

Работа выполнена за счет предоставленного в 2025 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан (соглашение № 27 от 01.12.2025 г.).

Список литературы

1. Выставка пластмасс и каучуков №1 в России и СНГ. RUPLASTICA / <https://ruplastica.ru/> (дата обращения: 31.01.2026г.).
2. Беседина К. С. Применение аддитивных технологий при получении изделий из полимерных материалов (обзор) / К. С. Беседина, Н. А. Лавров, В. В. Барсков // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2018. – №. 44 (70). – С. 56-63.
3. Цвайфель Х., Маер Р. Д., Шиллер М. Добавки к полимерам. Справочник. Перевод с англ. 6-го изд. (Plastic Additives Handbook), под. ред. В. Б. Узденского, А. О. Григорова. – СПб: ЦОП «Профессия», 2016. – 1088 с.
4. Astorm V. T. Manufacturing of polymer composites. – London, 2018. – 469 p.
5. Zagidullina I. A. et al. Production of Polypropylene Meshes Using Additive Technologies and Study of Their Structure and Properties // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2025. – V. 98, No. 7. – P. 389-393.
6. Загидуллина И.А. Получение полипропиленовых и полилактидных сеток с помощью аддитивных технологий и изучение их структуры и свойств / И.А. Загидуллина и др. // Химические волокна. – 2025. – № 4. – С. 6-12.
7. Zhang X. Ферроэлектреты на основе полимерных электретов с пространственным зарядом / X. Zhang // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2025. – Т. 5, № 3. – С. 92-94.
8. Altmann A. A. Single-Step 3D Printing of Flexible Ferroelectret Sensors with Large Air Cavities / A. A. Altmann et al. // 2024 IEEE SENSORS. – IEEE, 2024. – P. 1-4.
9. Болдышева В. К. Получение тонких газонаполненных пленок с помощью аддитивных технологий / В. К. Болдышева, Ю. М. Хантимерова, М. Ф. Галиханов // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2025. – Т. 5. – №. 3. – С. 47-50.
10. Garipov R. R. Effect of thermochemical treatment on the state of SWNT and on the electrical conductivity of epoxy-SWNT composites / R. R. Garipov, S. M. Khantimerov, S.G. L'vov, V. A. Shustov et al. // Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures. – 2020. – Vol. 28, № 12. – P. 1057–1064.
11. Garipov R. R. Electrical properties of low-doped carbon nanotubes/epoxy resin composite material cured in an electric field / R.R. Garipov, S.G. L'vov, S.M. Khantimerov, N.M. Suleimanov // Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures. – 2022. – Vol. 30, no. 1. – P. 113-118.
12. Garipov R. R. Investigation of the Carbon Nanotubes Functionalization Effect on the Composite Material Conductive Properties / R. R. Garipov, S. M. Khantimerov, N. M. Suleimanov // Advanced Materials and Technologies. – 2020. – Vol. 1, no. 17. – P. 64-67.

INVESTIGATION OF ELECTRET PROPERTIES OF POLYLACTIDE PLATES WITH AIR CAVITIES OBTAINED BY 3D PRINTING

Galikhanov M.F.¹, Khantimerova Yu.M.^{1,2}, Khantimerov S.M.³

¹Institute of Applied Research of the Tatarstan Academy of Sciences,
36a, Levo-Bulachnaya St., Kazan, 420111, Russian Federation

²Additive Technologies Department, LLC "Kazan Aggregate Plant",
2v, Dementyeva St., Kazan, 420127, Russian Federation

³Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center RAS,
10/7, Sibirskiy Trakt str., Kazan, 420029, Russian Federation

Abstract. The article reviews the International Plastics and Rubber Exhibition Ruplastica-2026 and the Additive Minded project, held January 27–30, 2026, in Moscow. The event gathered over 1100 companies from 20+ countries and 33,000 specialists, highlighting trends in import substitution, technological sovereignty, and additive manufacturing integration into industry. Key participants, conference tracks on economics, materials, and digitalization, and innovations in software are analyzed. Special focus is on the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan's report on functional polymer filaments for FDM printing: triboelectrifying filters, polymer electrets, water-soluble composites, and conductive materials with carbon nanotubes. A multi-stage approach to composite development (matrix selection, compounding, extrusion, printing optimization) is proposed. Results show the shift from prototyping to serial functional parts in aerospace, energy, and oil industries.

Keywords: Ruplastica-2026, Additive Minded, additive manufacturing, 3D printing, polymer composites, functional filaments, electrets, triboelectrification, carbon nanotubes, import substitution, FDM printing, technological sovereignty

Статья представлена в редакцию 3 февраля 2026 г.